

金属ストロンチウムの製法とセレンの 光電効果の実験

奥 原 哲

I 金属ストロンチウムの製法

緒 言

原子番号	元 素	K	L	M	N	O	P
4	Be	2	2				
12	Mg	2	8	2			
20	Co	2	8	8	2		
38	Sr	2	8	18	18	2	
56	Ba	2	8	18	18	8	2

上記はアルカリ金属の電子排列の表で電子排列の状態から判る様にどれも不活性ガスの元素の原環の上に更に2個の原子価電子をもっているから他の元素の原子との化合においては強いⅡ価の陽性元素として働いてⅡ価陽イオンを作るがそれらはどれも無色である。

このアルカリ土金属×元素の電氣的陽性度である原子価電子の離れ易さは次の表に示される通りイオン化電圧の価から解る様にアルカリ金属の場合のそれと全く同じである。原子量の増大する順序に増加している。

アルカリ土金属のイオン化電圧 (Volt)

元 素	$M \rightarrow M^+$	$M^+ \rightarrow M^{++}$	$M^{++} \rightarrow M^{+++}$
Be	9.50	18.14	153.0
Mg	7.61	14.97	約80
Ca	6.8	11.82	
Sr	5.67	11	
Ba	5.19	9.95	

又この上記の表から見るとアルカリ土金属のⅡ価の陽イオン M^{++} から更に1個の電子を去ってⅢ価陽イオン M^{+++} とすることがどんなに大きな電圧を必要とし、従って困難であるかが判る。而して更に又この表の価をアルカリ金属と比べると、原子価電子の取れ易さに於ては、即ち電氣的陽性度においてはアルカリ金属の方が勝っていることも判る。

以上の諸点を考慮に入れて最も周知の元素であり最近放射性同位元素が表はれた意味で注目を浴びてきたストロンチウム折出する方法を当実験室で小規模で試みた経過を顧みこの方面に関心の諸士の方々に参考の資の一部となれば幸いと思う。

ストロンチウムはアルカリ金属元素の中で割合に新しく発見され(1793)その炭酸塩、塩化物硫酸塩、硝酸塩、酸化物としても知られている。

併しストロンチウムを金属元素として電解に依って折出する実験はあまり実験室では行はれていないので原理的には簡単ではあるが当研究室で用いた操作装置を紹介しておく次第である。

実 験 の 原 理

ストロンチウムの塩化物と硝酸塩との混合物を耐熱性容器の中で加熱熔融し陽極に炭素棒、陰極に鉄線を用い直流を通し鉄の針金の尖端に折出する金属ストロンチウムを得る方法を示すわけである。

実 験 装 置 の 説 明

図表Ⅰに於てAは100 Volt. 3.2kw のマツフル電気炉で巾20cm、高さ10cm奥行30cmの空間を持ったものである。

Bは変圧器で0~130Volt迄10Volt迄に変圧し得る様にナイフスイッチ式になっている。

図表Ⅱに於てはCは1 kw の電熱器で2 kw 用の変圧器に接続させてある。

Dは真径8cm 高さ2cm の丸底磁製蒸発皿である。

Eは熱の発散防止用の扇形型アスベスト板を三枚からできて居て、各々の板の厚さは5mmである。

圖 表 I

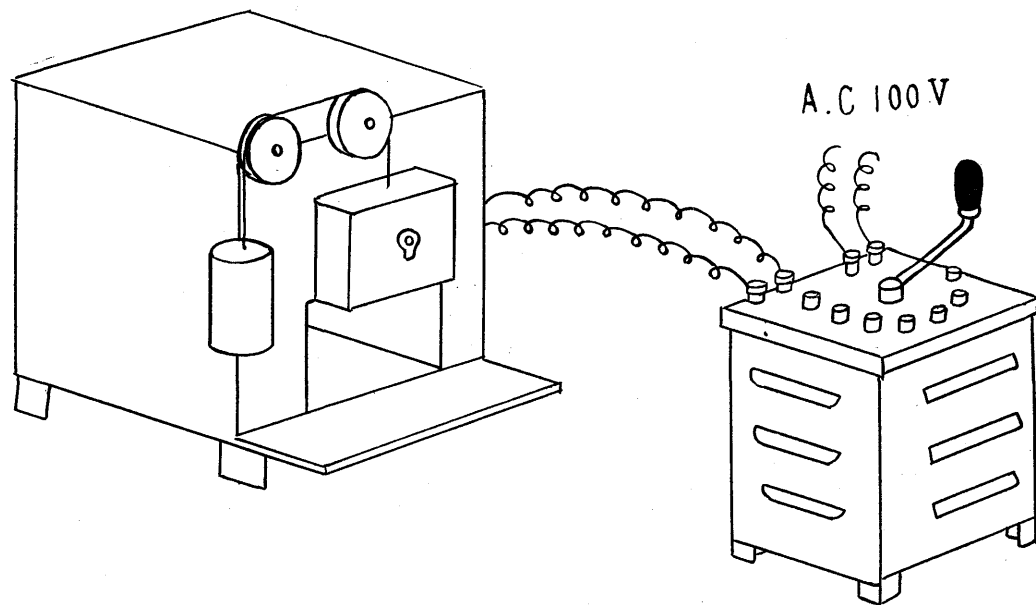


圖 表 II

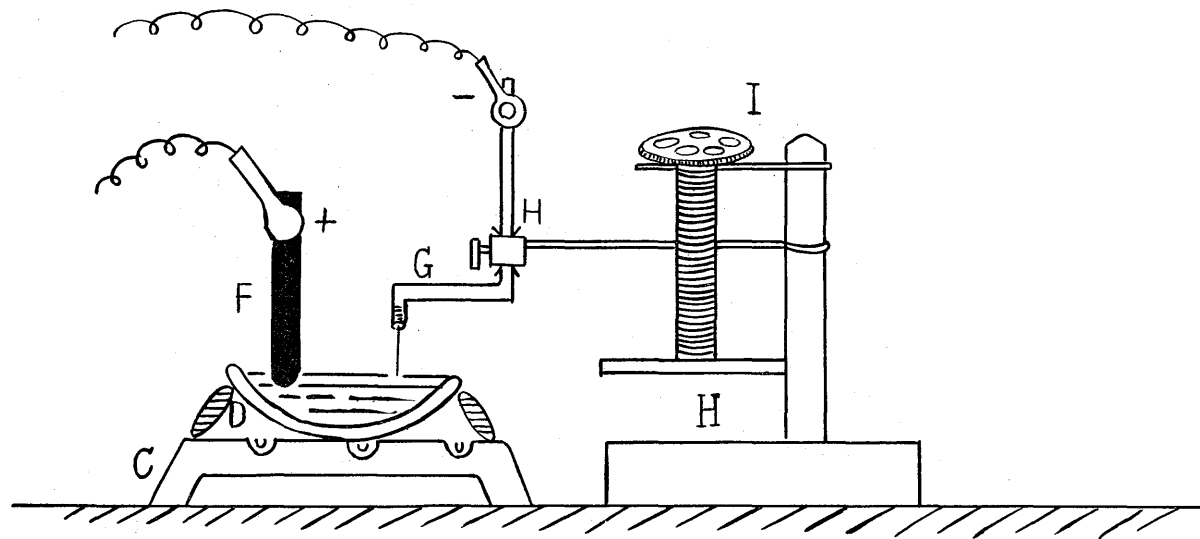
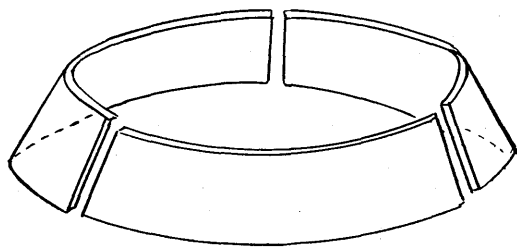


图 表 III



図表Ⅲは保温用のアスベスト板を扇型のもの三枚で中程に丸味をつけてそれを三枚あつめて緩かな円錐形にしたものである。

Fは陽極で径1.4cm長さ20cmのレトルトカーボンである。

G.H.は陰極用の鉄線で普通の軟鋼径4mmの鉄線でその先端に0.2mmの細い針金を螺旋状に巻き付け細い針金の尖端凡そ1cmだけを直線状にしたものである。

Hは上記の陰極の先端を僅か上下に移動し得る装置でIの中捻子で微かに動かし得る様になっている。

Hは陽極用の鉄線が横棒と直接に接続しない様に横棒先端の中の部には護護管を嵌めその中に鉄線を差し込んでいる。

Eは図表Ⅲに記してある通りである。

図表Ⅳに於てはRは厚さ1cm長さ100cm巾5cmの板に碍子5個とりつけ2kwのニクロム線を結びつけこれを抵抗に用いる。

Pは真鍮製の洗濯物挟で護護被覆燃線(10A)に接続白鐵せしめてある。

電流は直流発電機から求め電圧計は直派100V迄読み得るもの、電流計は30A迄測定し得るものを撰定した。

※ ※ ※

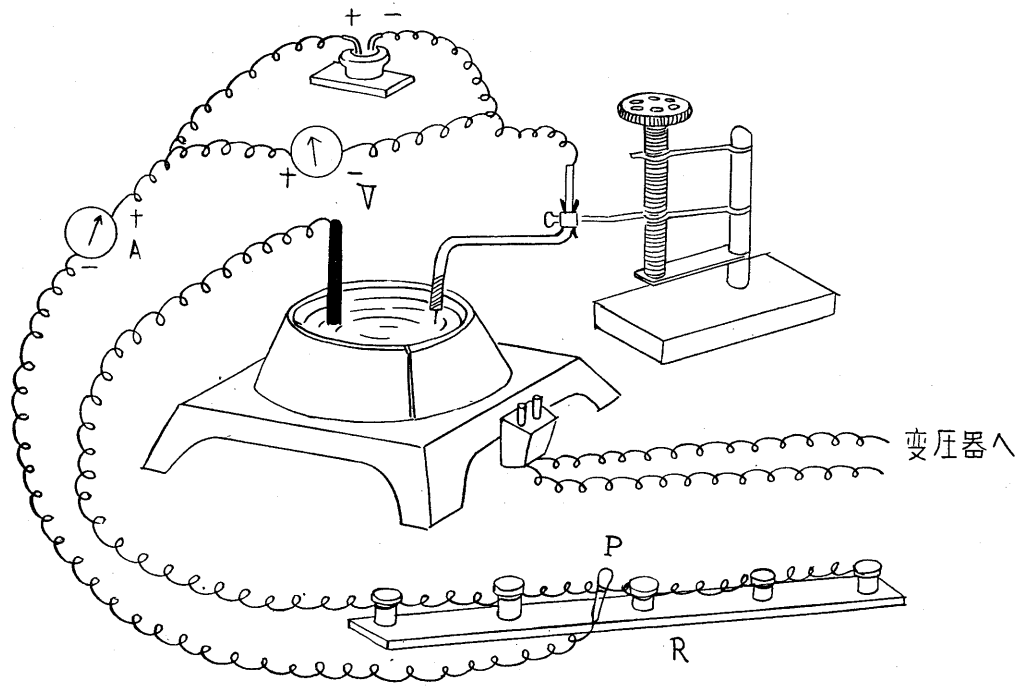
実験操作の説明

塩化ストロンチウム100gと硝酸ストロンチウム20gを秤量しよく乾燥した直径20cm深さ10cmの磁製乳鉢の中で細かく粉碎よく乳鉢でかきまぜ均一に混和せしめる。次にこの混合物と径8cm深さ2cmの丸底磁製蒸発皿に入れる。次にマツフル電気炉の中に入れ白金と白金、イリジウム合金とによる熱電対を挿入し高温計に連結せしめる。次々変圧器のスイッチを入れ高温計を950°になる迄徐々に加熱す。

図表ⅣにおいてCの電熱器にスイッチを入れ変圧器を110Vにしておき電熱器の上で炭素棒を予熱しておく。

次に坩堝挟の先端を熱し暖める程度とし、木綿手袋を用いて950°Cになっ

图 表 IV



变压器

た電気炉の中の蒸発皿の中の熔解物を電源のスイッチを切ってから注意してつかまえ電熱器の中央に載せる。

この際電気炉中で熔かすには少くとも50分間は放置して加熱するを要す。するとすぐ室温の爲め熔融したストロンチウム塩が凝固するが素早く扇形型アスベスト板を蒸発皿の周囲にかぶせ又皿の上には保温用のアスベスト板をかぶせ5~6分程すると再び熔融しはじめる。

次に陽極である炭素棒をおろしその先端を3mm程熔融した液の内部に浸し電圧を7.5V.に保ち約3Aの電流が流れる様に陰極にある細い針金の先端を螺子をまわして慎重に動かし上下せしめる。針金の先端が液面に触れる瞬間に赤熱と共に針金の先に径4mmの灰白色の塊が附着してくる。この時液が丁度凝固する直前の場合が折出し易く融点以上だと電流の多く流れる割合に折出し難いことが判る。

金属ストロンチウムが小球状となって折出し又その先端を液面に触れさすと電圧は9.5V.となり電流は3.5Aとなりこのものが大きくなると電流増大す。その時に炭素棒をゆっくりとあげて電流を調節しPをも適当に加減す。

この様に陰極に生成した金属ストロンチウム球は径4mm~5mm程度の大きさになったら陰極の部分を引上げて冷却し、その球状のものをとって試験管に入れその中に水を入れるとゆっくりと水を入れるとゆっくりその表面から気泡の発生することが判り暫くしてから管の内部に燐寸の小さい焰を近づけると爆音を発し水溶液に微アルカリ性を呈することに依り水素ガス発生し、水溶液は水酸化ストロンチウムの水溶液なることが判る。

これらの反応からその灰白色の球形状の物質は金属ストロンチウムであることが確認される。

注 意

普通熔融用の容器は黒鉛坩堝となっているが磁製蒸発皿の方がよく黒鉛製皿を用いると加熱中炭素がでてきて熔融物を黒くする。

陽極用炭素棒は朝日カーボン株式会社製のものを用いる。光源用炭素棒は中に芯があるから電極としては避けた方がよい。

950°C前後の温度取扱う時には空気による冷却の影響著しき爲め又熔融物は対流著頭の

故に炭素棒の炭素末が発散する傾向があるから敏速なる操作望ましくそのためには周章て失策を演ずることなき様取扱い方が肝要で絶えず熱の逸散を考えに置いておかねばならぬ。

Ⅱ 金属状セレンの光電効果の実験

緒 言

金属状セレンの特異性の原因は光電効果の一種で多くの金属はその表面に光をあてると金属の中の Free Electron がこの光を吸収してそのエネルギーに依って金属の表面からとび出すものであって、この現象が一般に光電効果と呼ばれている。仮令電子が金属表面から飛び出さなくても光のエネルギーを吸収して以前よりも動き易くなることは明かであり電気を導くだけ充分の Free Electron を持っていなかった物質に光をあてると、これにより光電効果をおこすと同時に自由電子の数を増し電導性が増加することが起り得る。セレンの場合にはこれにあたるものである。

実 験 の 原 理

金属状灰色セレンの表面にアーク燈の光を照射してその光のエネルギーにより自由電子の動きから微弱な電流の発生を観測するのである。

実 験 の 装 置 の 説 明

図表 I に於て

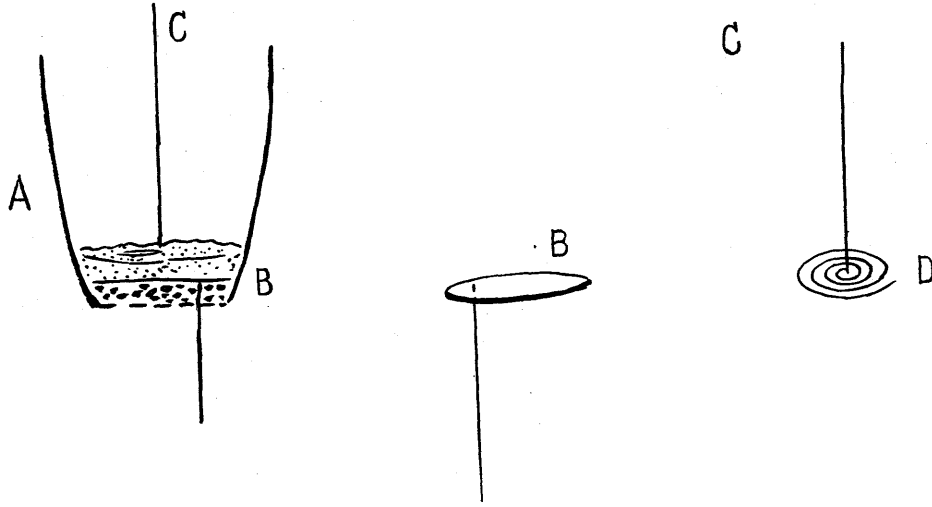
Aは内径（上部）3.5cm 内径（下部）は 2.5cm 高さ 5.5cm のグーチ氏坩堝である。

Bは径2.3cmのブリキ板（厚さ 0.1mm）で坩堝の下部の穴を通して径0.1mmの鉄線に接続する（此際白鐵はせぬ）

Bの上に鉄粉を厚さ 1mm 程ブリキ板の上におく。この時表面を出来るだけ平坦にする。

次にその上に無定形セレンの粉末をその上部に厚さ 1mm ～2mm 程度に敷

圖 表 I



き、その表面を平坦にする。

次に上記の様に準備したものを電熱器の上のせ極めて緩く加熱し10分間に60～70Volt に保ち保温用に坩堝の上部に蓋をかぶせておく、その間において上部の無定形セレンが熔融してくるから C の様な太さ 0.1mm の鉄線の D の部分を微かにセレンの熔融面に触れる程度に浸す。

D の部分は同心円状に針金を捲いたもので直径 2.1cm 程度とする。

融解せるセレンが凝固する直前に円形（径 2cm）に切ったアルミニウムの薄膜を針金につきさして融解面に密着せしめる。この時よく薄膜と針金と融解物の表面とを接触する様にしておく。

これによって光電池が出来たわけである。

図表Ⅱに於て

F は電流計で 1mA 迄測り得る。

G は径 4mm の炭素棒を用いた孤燈で 6A 8.5ohm の抵抗器で光源の強さを調節す。

HH 電流の方向を変更する装置で厚さ 2cm 巾 7cm 長さ 10cm のパラフィンで六ヶ所に径 7mm 深さ 3mm の穴をあけ水銀を充たしておく。

図の様な二本の径 3mm の銅線を架し両者の中央部を硝子管でつないで絶縁しておく、電流の方向転換装置である。

実験操作の方法

孤燈をセレンの表面から凡そ 20cm のところに置いて炭素棒を光束が途中の凸レンズ L に依って集められセレンの面に直角に当る様に設置する。電約 1 分後電流の針が 0.015mA 程度に極めて微かに移動する。もっと精確には拡大鏡（倍率 2 倍）を用いて針の触れを確認することが出来た。

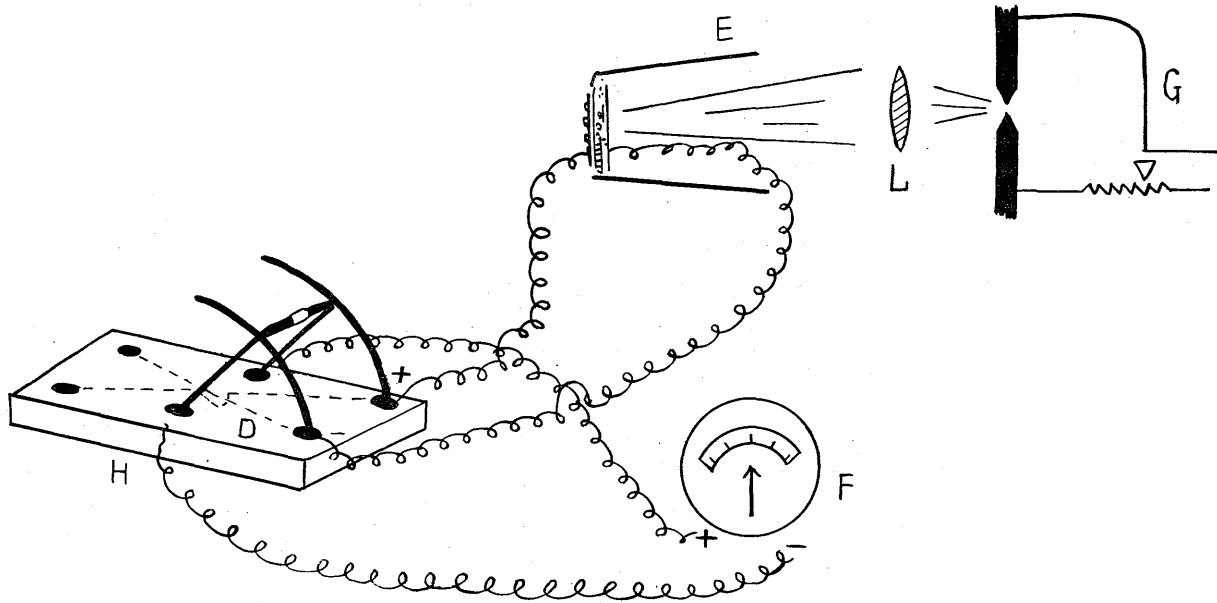
次に逆に銅線を反対側に移して今と全く同様に試みると、針は逆の方向に 0.015mA 殆んど同じ程度に触れることにより光のあたる面が（一）で坩堝の底部が（+）で底部より上部に流れていることが判る。

実験操作の説明

以上の実験は化学実験と云うよりも定性的な性質のものでセレンが光のエネ

圖 表 II

光 電 效 果 實 驗 概 略 圖



ルギーに依りその附着する導体（この場合には鉄）との間に電流の流れたと云う事実を以上の装置により認められる。

尚本実験の電流計の触れの大きさはセレンの融解直後が著しく 4~5 回目からはあまり著しからず針も触れ難くなる。

又パラフィン板上の水銀の溜は対角線上のものは交互に連結し（+）（-）が交らない様に絶縁した針金で結びつける。セレンの表面と光源との距離を10 cm 20cm 30cm と色々変えても電流計の針には殆んど変化がない。

尚セレン光電池は電送写真、発声映画其の他広く利用されていることはよく知られている。

Resumé

Preparation of Strontium as Metal and Photoelectric Effect Experiment of Metallic Selenium

I Preparation of Strontium as Metal

It is well known that in periodic system the alkali earth element has two electrons at its most outer electron-shell, and is easy to discharge them.

Above all, strontium element has been known widely and its compound are utilized at flame reaction.

But it is not so well considered as metal and is not so familiar as hydrogen, carbon, etc. as metallic element.

At our laboratory I could have success to prepare the mixture of SrCl_2 and $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ melting at the Muffle Electrolytic Furnace at 950°C by giving direct current 7.5 volt for few minutes. Retort Carbon rod (dia. 14m.m) is used as anode and iron-wire (dia. 0.1m.m) as cathode.

Strontium element was isolated as white grey-whitish spherical-body having 3~4m.m. as metal.

II Photoelectric Effect Experiment of Selenium

Metallic Selenium is well known as the element which changes light energy to produce free electron on its surface. This fact is already known. At our laboratory I tested this experiment. A thin iron plate is put at the bottom of Gooch-crucible. Some iron powder is put on it at the depth 1m.m. Some amorphous powder is put on it at the depth 1m.m.

This apparatus is warmed on the heater, then selenium will be melted in several minutes. Next to this process, this aluminium

film is touched to the surface of melted selenium, with iron-wire connected to this thin film. Strong light is discharged at the surface of film from the arc-lamp. A leading wire is find from the film to the iron plate of the bottom. I could find that a very slight current is got from bottom to the surface at the crucible.